

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-255799

(43)公開日 平成5年(1993)10月5日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
C 22 C 38/00	301 A			
B 21 B 3/00		A 7362-4E		
C 21 D 8/02		A 7412-4K		
9/46		U		
C 22 C 38/00	301 W			

審査請求 未請求 請求項の数3(全8頁) 最終頁に続く

(21)出願番号	特願平4-52941	(71)出願人	000006655 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号
(22)出願日	平成4年(1992)3月11日	(72)発明者	脇田 淳一 大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内
		(72)発明者	加藤 秀夫 大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内
		(72)発明者	河野 治 大分市大字西ノ洲1番地 新日本製鐵株式会社大分製鐵所内
		(74)代理人	弁理士 茶野木 立夫 (外1名)

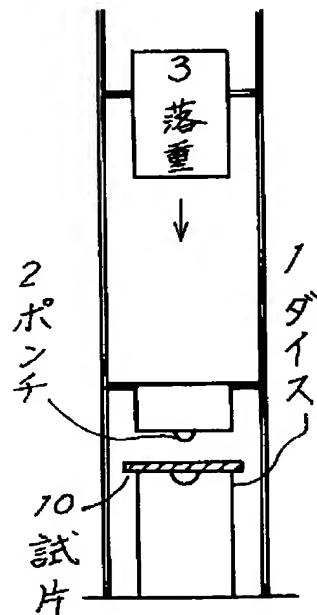
(54)【発明の名称】 加工性に優れた溶融めっき熱延高強度鋼板およびその製造方法

(57)【要約】

【目的】 優れた加工性を有する溶融めっき高強度鋼板およびそれを安価に製造可能とする製造方法の提供。

【構成】 化学成分として、C, Si, Mn, S, Alを規制し、かつミクロ組織を規制した表層にめっき層または合金化めっき層を有し、 $T_S \times T_E > 1800$ 0 (MPa · %)かつ $T_S > 440$ (MPa)を有する溶融めっき熱延高強度鋼板および熱間圧延、デスケーリング、再加熱、めっき工程によるその製造方法。

【効果】 高強度化および防錆化という需要家2大要求を満たし、かつ、優れた加工性を有する溶融めっき高強度鋼板およびそれを安価に製造可能とする製造方法の提供を可能にする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で

 $C = 0.05 \sim 0.20\%$ $Si = 0.1 \sim 3.0\%$ $Mn = 0.5 \sim 3.0\%$ $S \leq 0.01\%$ $Al = 0.005 \sim 0.1\%$

およびFeを主成分として含有し、ミクロ組織として加エフェライトおよびバーライトを含有せずベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトの1種または2種以上とフェライトを含有し、加工性として

 $TS \times TE > 18000 (\text{MPa} \cdot \%)$

かつ

 $TS > 440 (\text{MPa})$

を有し、表層にめっき層または合金化めっき層を有することを特徴とする加工性に優れた溶融めっき熱延高強度鋼板。

【請求項2】 重量%で

 $C = 0.05 \sim 0.20\%$ $Si = 0.1 \sim 3.0\%$ $Mn = 0.5 \sim 3.0\%$ $S \leq 0.01\%$ $Al = 0.005 \sim 0.1\%$

およびFeを主成分として含有し、Ar₃点以上で熱間圧延され、600°C以下でコイル状に巻取られた熱延鋼板を素材としてデスケーリングを行い、400°C～Ac₁点に再加熱してから溶融めっきまたは合金化溶融めっきし、加工性として $TS \times TE > 18000 (\text{MPa} \cdot \%)$ かつ $TS > 440 (\text{MPa})$ を有することを特徴とする加工性に優れた溶融めっき熱延高強度鋼板の製造方法。

【請求項3】 デスケーリング後表面活性化処理および400°C～Ac₁点の再加熱処理を行ってから溶融めっきまたは合金化溶融めっきすることを特徴とする請求項2記載の加工性に優れた溶融めっき熱延高強度鋼板の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は熱延鋼板にZn, Al等の1種または2種以上を主成分とする溶融めっきを施した加工性（特に強度－延性バランス）に優れた高強度鋼板およびその製造方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】自動車用鋼板の軽量化と衝突時の安全確保を主な背景として、高強度鋼板の需要が増大しており、近年、地球環境保全の観点からますますその需要が強くなっているが、高強度鋼板といえども、その成形性に対する要求は強く、優れた成形性と高い強度を両立させた鋼板が望まれている。一方、北米等における融雪用塩による車の錆問題に端を発した防錆鋼板への需要もますますクローズアップされている。

2

【0003】さらに自動車業界のみならず、建築業界においても住宅耐久性向上、3階建て住宅の需要増といった観点から高強度化、防錆化がますますクローズアップされつつある。これらの高強度化、防錆化という2大需要に対応するためには、加工性に優れた溶融めっき高強度鋼板の開発が急務である。

【0004】従来、溶融めっき高強度鋼板としては例えば特公昭52-6687号公報に見られる如き、鋼中Si含有量を可及的少量に抑え、Nb, Ti等の合金を添加した鋼板が知られているが、その加工性は強度－延性バランス $TS \times TE$ (TS :引張り強さ(MPa)、 TE :全伸び(%)でたかだか $16000 (\text{MPa} \cdot \%)$)であり、加工性に対する要望を満たし得ないのが実状であり、 $TS \times TE = 18000 \sim 20000 (\text{MPa} \cdot \%)$ レベルを満足する溶融めっき高強度鋼板が強く望まれている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】本発明は高強度化および防錆化という2つの要求を満たし、かつ、優れた加工性を有する溶融めっき高強度鋼板およびそれを安価に製造可能とする製造方法を提供することを課題としている。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明は上記した課題を解決するため、以下に示す構成を手段とする。

【0007】①化学成分として重量%で $C = 0.05 \sim 0.20\%$ 、 $Si = 0.1 \sim 3.0\%$ 、 $Mn = 0.5 \sim 3.0\%$ 、 $S \leq 0.01\%$ 、 $Al = 0.005 \sim 0.1\%$ およびFeを主成分として含有し、ミクロ組織として加エフェライトおよびバーライトを含有せずベイナイト、マルテンサイト、残留オーステナイトの1種または2種以上とフェライトを含有し、加工性として $TS \times TE > 18000 (\text{MPa} \cdot \%)$ かつ $TS > 440 (\text{MPa})$ を有し表層にめっき層または合金化めっき層を有することを特徴とする溶融めっき熱延高強度鋼板。

【0008】②化学成分として重量%で $C = 0.05 \sim 0.20\%$ 、 $Si = 0.1 \sim 3.0\%$ 、 $Mn = 0.5 \sim 3.0\%$ 、 $S \leq 0.01\%$ 、 $Al = 0.005 \sim 0.1\%$ およびFeを主成分として含有し、Ar₃点以上で熱間圧延され、600°C以下でコイル状に巻取られた熱延鋼板を素材としてデスケーリングを行い、400°C～Ac₁点に再加熱してから溶融めっきまたは合金化溶融めっきすることを特徴とする $TS \times TE > 18000 (\text{MPa} \cdot \%)$ かつ $TS > 440 (\text{MPa})$ を有する溶融めっき熱延高強度鋼板の製造方法および必要によりデスケーリングを行い、表面活性化処理および400°C～Ac₁点の再加熱処理を行ってから溶融めっきまたは合金化溶融めっきすることができる。

【0009】

【作用】本発明者らは、従来技術が持つ問題点を解消

50

し、優れた加工性（特に強度－延性バランス）、高い強度、優れた防錆能を併せ持つ溶融めっき熱延高強度鋼板とその製造方法を発明するに到った。以下に本発明について詳細に説明する。

【0010】(1) 鋼化学成分

Cは強度確保のために、0.05重量%以上添加するが、溶接部の脆化を防止して、良好な溶接性を得、さらに優れた局部伸び（穴抜け性）を得るために、その添加上限を0.20重量%とする。

【0011】Si, Mnは強化元素である。また、Siは炭化物の生成を抑制することにより、良好加工性（特に局部伸び（穴抜け性））を確保する作用があり、後述の400～Ac₁点への再加熱と組み合わせることにより、従来得ることのできなかったTS×T.E1>18000(MPa·%)かつTS>440(MPa)を有する溶融めっき熱延高強度鋼板の製造を実現することができる。

【0012】その作用を確保するためSi, Mnの各々の添加下限量はそれぞれ0.1重量%、0.5重量%とする必要がある。ただし、Si, Mnを過度に添加しても上記効果は飽和し、かえって溶接性劣化、鉄片割れを生ずるため、Si, Mnの添加上限量は各々3.0重量%とする必要がある。

【0013】Sは硫化物系介在物により、加工性（特に局部伸び（穴抜け性））が劣化するのを防ぐため、その上限量を0.01重量%とする。A₁は主に脱酸を目的に0.005重量%以上添加するが、その効果の飽和から0.10重量%を添加上限とする。

【0014】以上が本発明の主たる成分の添加理由であるが、以下の理由で下記元素を添加してもよい。硫化物系介在物の形状制御（球状化）により、加工性（特に局部伸び（穴抜け性））をより向上するためにCaを0.0005重量%以上添加してもよい。ただし、効果の飽和さらには介在物の増加による逆効果（局部伸び、穴抜け性の劣化）の点からその上限を0.01重量%とする。また、REMも同様の理由から0.005～0.05重量%添加してもよい。

【0015】強度確保を目的にPを0.1重量%以下添加してもよい。ただし、2次加工性、韌性、溶接性の要求が厳しい場合には、上限量を0.02重量%とする。強度確保を目的に加工性を劣化させない範囲でNb, Ti, Cr, Cu, Ni, V, B, Moを1種または2種以上添加してもよい。

【0016】(2) 热間圧延条件

圧延に供する鋼片は特に限定されるものではなく、例えば通常の連続鋳造鋼片、薄肉の連続鋳造鋼片が適用できる。また、鋼片の圧延前熱履歴として鋼片を一旦冷却した後再び加熱する「再加熱法」のみならず、熱鋼片を直送圧延するいわゆるダイレクト・ローリング(DR)法の適用も可能である。

【0017】热間圧延温度の下限は加工組織（加工フェ

ライト）の出現による加工性の劣化（特に強度－延性バランスの劣化（伸びの劣化））を防ぐため、Ar₃点以上とする。Ar₃点は化学成分により変化するが、本発明の範囲では概略750°C以上である。巻取り温度はパーライトの出現による加工性劣化を防ぐとともに、スケール厚の増大によるデスケーリング負荷の増大を避けるため、600°C以下とする。

【0018】以上が本発明の熱間圧延条件の規制理由であるが、好ましくは脱スケール性をより良好とするため、鋼片加熱温度上限を1170°Cとすることが望ましい。さらに、巻取り後の冷却は放冷を行ってもよいし、ミスト冷却、水中浸漬等の強制冷却でもよい。

【0019】なお、後工程のデスケーリング効率を高めるため、スケール厚を薄くする工程条件を採用することも可能である。例えばAr, N₂等の不活性雰囲気中での圧延、スケール生成抑制作用を有する溶媒を含む冷却水を使用した圧延スタンド間やホットランテーブルでの冷却、圧延機出側での直後急冷、巻取ったコイルのN₂シール雰囲気BOX内の冷却等の採用が可能である。

【0020】(3) デスケーリング条件

具体的なデスケーリング方法としては酸液、溶融塩、真空アーク（10⁻¹～10⁻⁶Torr）、水素プラズマ、磁性研磨（数+ミクロン～数百ミクロンの磁性粉を使用）、ショットブラスト、サンドブラスト、グリッドブラスト、ワイヤーブラシ、グラインダー等を単独ないしは組み合せて利用することができる。

【0021】特に、Siスケール模様等のスケール疵・欠陥を有する鋼帯に対しては真空アークを採用することが望ましい。なお、デスケーリング効率の向上を目的としたスケールへのクラック導入を行うためにスキンパス、テンションレベル、ベンディングロール等を上記設備に付帯して設けてもよい。

【0022】(4) 再加熱条件

以下に再加熱温度の限定理由を述べる。400°C未満ではいわゆる「ぬれ性」が確保できず、不めつきないしはめつき密着性の劣化を生ずる。一方、Ac₁点を超えると、変態組織の焼き戻し、析出物の再固溶、粒成長等に起因する鋼板材質の劣化、変動が生じ、強度等の材質確保のために多量の合金添加が必要となり、コストアップ要因となる。さらに還元雰囲気中の水素が鋼板中へ吸収されやすくなり、めつき表面のふくれ状欠陥を生じやすくなるとともに、加熱雰囲気によっては鋼中易酸化性元素（例えばSi）の酸化膜厚増大を生じ、めつき不良を生じ易くなる。

【0023】また、再加熱に要するエネルギーコスト・設備コストの観点からもAc₁点を超えると損失が大多となる。Ac₁点は化学成分により変化するが、本発明の範囲では概略750°C以下である。再加熱設備としてはいわゆるラジアントチューブ式炉のみならず、設備コ

ンパクト化、熱応答性、還元能等の観点から、通電加熱、直火還元、誘導加熱等の急速加熱装置の採用が可能である。

【0024】さらに上記「ぬれ性」の改善、溶融めっき後の合金化処理時の合金化特性の改善を目的に、デスケーリング後～めっき前にブラシ研磨、スキンパス圧下等の表面活性化手段を採用することも可能である。特にデスケーリングに酸液を使用する場合、鋼中Si, P等の易酸化性元素の含有量が高い場合は、好ましくは表面活性化手段の採用が望ましい。

【0025】(5) めっき条件

本発明において特に規定するものではないが、溶融めっき方法として、浴中への鋼帶浸漬のみならず、ロールコーラー、スプレー、電磁ポンプ等による浴の持ち上げ等を利用することも可能である。また、めっき完了後、必要とされる特性・用途に応じて、いわゆる合金化処理、スキンパス、クロメート処理、ボンデ処理、塗装等の種々の後処理を1種ないしは2種以上適宜選択することが

可能である。

【0026】

【実施例】表1に示す化学成分を有する鋼片を連続鋳造し、表2に示す条件で熱間圧延によりコイルとなし、デスケーリングを行った後、表3に示す条件でめっき前再加熱と表面活性化処理を行い、表4に示す条件で溶融めっきを行った。得られた溶融めっき熱延高強度熱延鋼板に対し、以下の評価を実施した。

【0027】不めっきの有無を目視で、めっき密着性は図1に示す落重式DUPONT衝撃試験機（落下高さ50cm、落下重量27kg重、ポンチ形状φ10×5mm、ダイス径φ20）で加工後のめっき剥離状況を目視で、めっき表面のふくれ状欠陥を目視で、材質を引張試験（JIS-5号試験片を使用）で評価した。なお、評価はめっき後、30日経過してから実施した。結果を表5および表6に示す。

【0028】

【表1】

(重量%)

鋼	C	Si	Mn	P	S	Af	N	Ca	Nb
本発明例 A	0.07	1.0	1.24	0.020	0.003	0.020	0.0031	0.0020	—
本発明例 B	0.09	1.6	1.52	0.008	0.002	0.010	0.0040	0.0050	—
本発明例 C	0.20	1.5	1.72	0.014	0.002	0.040	0.0010	—	—
比較例 D	0.08	—	1.38	0.006	0.003	0.014	0.0019	—	0.039

【0029】

【表2】

鋼 加熱溫度 (°C)	圧延前 加熱溫度 (°C)	圧延溫度 (°C)	冷却速度 (°C/秒)	卷取溫度 (°C)	卷取後組織		デスケーリング方法
					F	M	
本発明例 A	1050	800	40	100	F + M		グリッド投射
本発明例 B	1100	850	30	500	F + B		酸洗
本発明例 C	1200	780	70	360	F + B + γ		真空アーク
比較例 D	1200	880	40	500	F + B		酸洗

(注1) . 卷取後組織のFはフェライト、Bはペイナイト、Mはマルテンサイト、γは残留オーステナイトを意味する。

(注2) . 真空アークデスケーリングは通電ロールを介し鋼板を陰極とし、陽極は内部水冷を施したCu平板を使用し、真空度 = 10^{-2} Torr、電圧15V、0.03m²あたりの電流100A、電極間隔60mmで実施。

鋼	めっき前再加熱温度 (°C)	活性化処理
本発明例 A	500	あり (#400サンドペーパー研磨)
本発明例 A	700	あり (#400サンドペーパー研磨)
本発明例 B	500	あり (砥粒入りナイロンブラシ研磨)
本発明例 B	700	あり (砥粒入りナイロンブラシ研磨)
本発明例 C	500	なし
本発明例 C	700	なし
比較例 D	500	なし
比較例 D	700	なし

【0031】

【表4】

再加熱 条件	めっき前再加熱温度 (°C)	500	700
	還元時間 (秒)	137	120
	水素濃度 (%)	15	15
	酸素濃度 (ppm)	80	100
	露点 (°C)	-40	-36.5
めっき 条件	浴侵入板温 (°C)	470	480
	浴主成分	Zn+0.29%Al	Zn+0.19%Al
	浴温 (°C)	500	460
	浸漬時間 (秒)	8	6

【0032】

40 【表5】

	T _S (MPa)	Y _P (MPa)	T. El (%)	T _S × T. El (%)	L. El (%)	T (°C)
本発明例 A	580	490	37	21460	19	500
本発明例 A	540	420	41	22140	19	700
本発明例 B	670	580	30	20100	14	500
本発明例 B	620	510	33	20460	15	700
本発明例 C	830	720	27	22410	13	500
本発明例 C	750	610	30	22500	14	700
比較例 D	600	540	27	16200	12	500
比較例 D	600	550	26	15860	12	700

Tはめっき前再加熱温度

【表6】

鋼	不めっき	めっき密着性	ふくれ状欠陥	T (°C)
本発明例 A	なし	良好	なし	500
本発明例 A	なし	良好	なし	700
本発明例 B	なし	良好	なし	500
本発明例 B	なし	良好	なし	700
本発明例 C	なし	良好	なし	500
本発明例 C	なし	良好	なし	700
比較例 D	なし	良好	なし	500
比較例 D	なし	良好	なし	700

めっき付着量 = 60 ~ 270 g/m²、Tはめっき前再加熱温度

20

【0034】本発明によれば、鋼記号A～Cの種々の成分系に対し、不めっきがなく、優れためっき密着性を示し、ふくれ状欠陥もみとめられず、優れた加工性を有している。さらに裸耐食性、塗装耐食性を塩水噴霧試験で、化成処理性を化成皮膜付着量で、塗装密着性をエリクセン試験で評価したが、いずれの特性も良好であった。

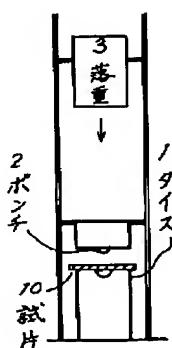
【0035】

【発明の効果】本発明により、高強度化および防錆化という需要家2大要求を満たし、かつ、優れた加工性を有する溶融めっき高強度鋼板およびそれを安価に製造可能とする製造方法を提供することが可能となるため、産業上、その効果は極めて大きい。

【図面の簡単な説明】

【図1】落重式DUPONT衝撃試験機の模式図である。

【図1】



フロントページの続き

(51)Int.C1.⁵

C 22 C 38/06

C 23 C 2/02

2/40

識別記号 庁内整理番号

F I

技術表示箇所